

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-295055

(43)Date of publication of application : 15.10.2003

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

G02B 13/18

(21)Application number : 2002-101747

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND  
CO LTD

(22)Date of filing : 03.04.2002

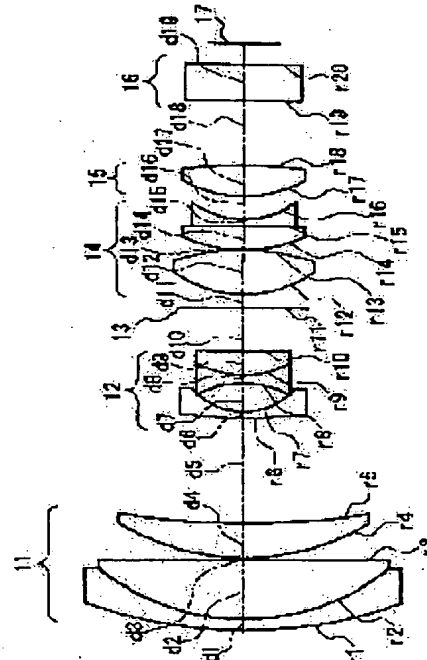
(72)Inventor : ISHIGURO KEIZO  
ONO SHUSUKE

## (54) ASPHERICAL ZOOM LENS AND VIDEO CAMERA USING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an aspherical zoom lens in which aberration is excellently corrected and it is compatible to be made ultrasmall in size and high in image quality.

**SOLUTION:** The zoom lens is constituted of a 1st lens group 11 having positive refractive power and fixed with respect to an image surface 17; a 2nd lens group 12 having negative refractive power and performing variable power action by moving on an optical axis; a diaphragm 13 fixed with respect to the image surface 17; a 3rd lens group 14 having positive refractive power; and a 4th lens group 15 moving on the optical axis so that the image surface 17 fluctuated with the movement of the 2nd lens group 12 and an object may be kept at a fixed position from a reference plane and having positive refractive power, which are arranged in order from the object side to the image surface 17 side. The 2nd to the 4th lens groups 12, 14 and 15 are made to have at least one aspherical surface, and when the refractive index of the 1st negative lens nearest to the object side in the 2nd lens group 12 is defined as  $nd_4$ , relation of  $nd_4 > 1.8$  is satisfied.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the high-definition aspheric surface zoom lens used for a video camera etc., and the video camera using it.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the latest noncommercial video camera, it is indispensable to reconcile a miniaturization and high definition-ization in connection with the spread of DV formats or the densification of CCD. Therefore, what has a short optical overall length is called for strongly, realizing high definition-ization also as a zoom lens carried in it.

[0003] Moreover, in order to prevent image quality degradation by the diffraction limitation with detailed-izing of the pixel pitch of CCD, it is necessary to incorporate ND (neutral density) filter to which permeability is changed, without extracting opening. For example, the about 10 times as many small zoom lens as this is indicated for the zoom ratio by JP,11-311742,A by high definition.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the zoom lens indicated by JP,11-311742,A has realized miniaturization and high definition-ization with little lens configuration of ten sheets, attaining the further miniaturization is called for strongly. Moreover, in the zoom lens indicated by this official report, there was also a trouble that the device which controls permeability by the ND filter which became independent of the diaphragm device for preventing image quality degradation by the diffraction limitation was not incorporable.

[0005] This invention is made in order to solve said technical problem in the conventional technique, it is the zoom lens of 4 group configurations, and it aims at the zoom ratio which can attain a miniaturization offering an about 10 times as many aspheric surface zoom lens as this, maintaining high definition. Furthermore, this invention aims at offering a small and high-definition video camera.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain said purpose, the configuration of the aspheric surface zoom lens concerning this invention The 1st lens group which has been arranged in order toward an image surface side from the body side and which has forward refractive power and was fixed to the image surface, The 2nd lens group which performs a variable power operation by having negative refractive power and moving in an optical-axis top, The diaphragm fixed to the image surface, and the 3rd lens group which has forward refractive power, It is the zoom lens equipped with the 4th lens group which moves in an optical-axis top so that the image surface which has forward refractive power and is changed with migration of said 2nd lens group and a body may be maintained at a fixed location from datum level. Said 2nd lens group consists of three lenses of the cemented lens of the 1st negative lens and the 2nd negative lens which have been arranged sequentially from a body side, and a positive lens. Said 3rd lens group It consists of three lenses of the cemented lens of the 1st positive lens and the 2nd positive lens which have been arranged sequentially from a body side, and a negative lens. Said 4th lens group When it consists of a positive lens and said 2nd, 3rd, and 4th lens group both sets the refractive index of said 1st negative lens of said 2nd lens group to  $nd_4$  including at least one aspheric surface, it is characterized by satisfying the following conditional expression (1).

[0007]

$nd\ 4 > 1.8 \dots (1)$

According to the configuration of this aspheric surface zoom lens, since the PETTSU bar sum can be made small, in case it is a miniaturization, generating of a curvature of field which poses a problem can be controlled. Consequently, an optical overall length can be shortened, without bringing about big performance degradation. Moreover, the zoom lens with which many aberration including chromatic aberration was amended good with little lens configuration is realizable by arranging at least one aspheric surface in each group of the 2nd - the 4th lens group, and adopting the optimal aspheric surface configuration and a lens type. Furthermore, since the diameter of a lens is small, each lens which constitutes the 2nd - the 4th lens group can manufacture easily the aspheric lens contained in these lens groups.

[0008] Moreover, it is  $fw$  about the focal distance of the whole system [ in / on the configuration of the aspheric surface zoom lens of said this invention, and / for the focal distance of said 2nd lens group /  $f_2$  and a wide angle edge ]. When it carries out, it is desirable to satisfy the following conditional expression (2).

[0009]

$0.8 < |f_2| / fw < 0.9 \dots (2)$

According to this desirable example, in spite of being a wide angle, the zoom lens which can amend a curvature of field small and can be miniaturized is realizable.

[0010] Moreover, it is  $ft$  about the focal distance of the whole system [ in / for the focal distance of the whole system / in / on the configuration of the aspheric surface zoom lens of said this invention, and / for the overall length of a zoom lens /  $TL$  and a wide angle edge /  $fw$  and a tele edge ]. When it carries out, it is desirable to satisfy the following conditional expression (3) and (4).

[0011]

$10.0 < TL / fw < 11.0 \dots (3)$

$1.1 < TL / ft \leq 1.2 \dots (4)$

According to this desirable example, high-definition-izing and a miniaturization can be reconciled.

[0012] Moreover, it is  $\theta_{at}$  about the beam-of-light include angle of the chief ray of the maximum image quantity [ in / for the beam-of-light include angle of the chief ray of the maximum image quantity / in / on the configuration of the aspheric surface zoom lens of said this invention, and / said image surface in a wide angle edge / said image surface in  $\theta_{aw}$  and a tele edge ]. When it carries out, it is desirable to satisfy the following conditional expression (5) and (6).

[0013]

$0.0 < \theta_{aw} < 3.0 \dots (5)$

$0.0 < \theta_{at} < 3.0 \dots (6)$

According to this desirable example, since the beam-of-light include angle of the chief ray of the maximum image quantity in the image surface is subtracted in the middle zoom location of a wide angle edge and a tele edge, whenever [ incident angle / of the beam of light to CCD ] can be averaged, and can carry out near to 90 degrees most, consequently a high-definition zoom lens with little shading by CCD can be realized.

[0014] Moreover, in the configuration of the aspheric surface zoom lens of said this invention, it is desirable that the filter which reduces permeability in the center section of the lens side by the side of the body of the 1st positive lens of said 3rd lens group is formed. Since according to this desirable example the quantity of light of the light which passes a part for the core of the lens near a diaphragm decreases when photoing a bright photographic subject, it can extract compared with the condition of not forming a filter, and a path can be enlarged, consequently degradation of the resolution by diffraction can be prevented.

[0015] Moreover, the configuration of the video camera concerning this invention is the video camera equipped with the zoom lens, and is characterized by using the aspheric surface zoom lens of said this invention as said zoom lens. According to the configuration of this video camera, small and a high-definition video camera with a hand deflection amendment function are realizable.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained still more concretely using the gestalt of operation.

[0017] [Gestalt of the 1st operation] drawing 1 is the plot plan showing the configuration of the aspheric surface zoom lens in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[0018] As shown in drawing 1, the 1st lens group 11, the 2nd lens group 12, the diaphragm 13, the 3rd lens group 14, the 4th lens group 15, and the plate 16 equivalent to an optical low pass filter and the face plate of CCD are arranged in order toward the image surface 17 side (drawing 1 right-hand side) from the body side (drawing 1 left-hand side), and, thereby, the zoom lens is constituted.

[0019] The 1st lens group 11 has forward refractive power, and is in the condition of having been fixed to the image surface 17 at the time of a focus, at the time of variable power. The 2nd lens group 12 consists of three lenses of the cemented lens of the 1st negative lens arranged sequentially from a body side and the 2nd negative lens, and a positive lens, has negative refractive power as a whole, and performs a variable power operation by moving in an optical-axis top. The 3rd lens group 14 consists of three lenses of the cemented lens of the 1st positive lens arranged sequentially from a body side and the 2nd positive lens, and a negative lens, and is in the condition of having been fixed to the image surface 17 at the time of variable power and a focus. Drawing 13 is arranged between the 2nd lens group 12 and the 3rd lens group 14. The 4th lens group 15 consists of one positive lens, and performs the migration and the focal adjustment of an image by variable power to coincidence by moving in an optical-axis top so that the image surface 17 changed with migration of the 2nd lens group 12 and a body may be maintained at a fixed location from datum level.

[0020] Both the 2nd, 3rd, and 4th lens groups 12, 14, and 15 include at least one aspheric surface.

[0021] This aspheric surface zoom lens has satisfied the following conditional expression (1), when the refractive index of the 1st negative lens of low distribution of the 2nd lens group 12 is set to  $nd_4$ .

[0022]  $nd_4 > 1.8 \dots (1)$

If  $nd_4$  becomes 1.8 or less, since the PETTSU bar sum will become large and a big curvature of field will occur, on the whole, the power of the 2nd lens group 12 becomes weaker. Consequently, since the engine performance is not securable if the overall length of a zoom lens is not lengthened, a miniaturization cannot be attained.

[0023] This aspheric surface zoom lens is  $f_w$  about the focal distance of the whole system [ in / for the focal distance of the 2nd lens group 12 /  $f_2$  and a wide angle edge ]. When it carries out, it is desirable to satisfy the following conditional expression (2).

[0024]

$0.8 < |f_2| / f_w < 0.9 \dots (2)$

The above-mentioned conditional expression (2) is a formula about the power of the 2nd lens group 12.  $|f_2| / f_w$  If it becomes 0.8 or less, it will become difficult to amend a curvature of field. Moreover,  $|f_2| / f_w$  If it becomes 0.9 or more, since the movement magnitude of the 2nd lens group 12 at the time of zooming will become large, an overall length becomes long and it becomes difficult to realize a small zoom lens.

[0025] Moreover, this aspheric surface zoom lens is  $f_t$  about the focal distance of the whole system [ in / for the focal distance of the whole system / in / for the overall length of a zoom lens /  $TL$  and a wide angle edge /  $f_w$  and a tele edge ]. When it carries out, it is desirable to satisfy the following conditional expression (3) and (4).

[0026]

$10.0 < TL / f_w < 11.0 \dots (3)$

$1.1 < TL / f_t \leq 1.2 \dots (4)$

The above-mentioned conditional expression (3) and (4) are the conditional expression for specifying the range which can reconcile a miniaturization and high definition-ization. If less [ if the upper limit of conditional expression (3) and (4) is exceeded, an optical overall length will become long to a focal distance or a zoom ratio, and ] than a minimum, it will become difficult for big aberration to occur and to secure image quality.

[0027] Moreover, this aspheric surface zoom lens is  $\theta_{tat}$  about the beam-of-light include angle of the chief ray of the maximum image quantity [ in / for the beam-of-light include angle of the chief ray of the maximum image quantity in the image surface 17 in a wide angle edge / the image surface 17 in  $\theta_{taw}$  and a tele edge ].

When it carries out, it is desirable to satisfy the following conditional expression (5) and (6).

[0028]  $0.0 < \theta_{taw} < 3.0 \dots (5)$

$0.0 < \theta_{tat} < 3.0 \dots (6)$

The above-mentioned conditional expression (5) and (6) are the conditional expression for specifying whenever [ to the image surface (CCD) 17 / incident angle ]. When the upper limit of the above-mentioned conditional expression (5) and (6) is exceeded, whenever [ to CCD in a wide angle edge and a tele edge / angle-of-incidence ] becomes large, and it becomes impossible to permit shading. If less than the minimum of the above-mentioned conditional expression (5) and (6), since the beam-of-light include angle which carries out incidence to CCD in the middle zoom location of a wide angle edge and a tele edge will become large to minus, it becomes impossible moreover, to permit shading.

[0029] [Gestalt of the 2nd operation] drawing 2 is the top view showing the 1st positive lens 28 of the 3rd lens group of the aspheric surface zoom lens in the gestalt of operation of the 2nd of this invention. It is most equivalent to the lens by the side of a body (refer to drawing 1), and the configuration of the 3rd lens group 14 which showed this lens with the gestalt of implementation of the above 1st seen from the body side is shown in drawing 2.

[0030] As shown in drawing 2, the filter which reduces permeability in the center section (field A) is formed in the lens side by the side of the body of the 1st positive lens 28 (field B). Although this filter may be constituted by forming an optical thin film in a lens side by vacuum evaporation or the spatter, it may stick and constitute ND (neutral density) filter. Moreover, although 12.5% - about 25% of the permeability of Field A is desirable, it may be lower than it.

[0031] Since the quantity of light of the light which passes a part for the core of the lens near a diaphragm will decrease when photoing a bright photographic subject if the 1st positive lens 28 of the 3rd lens group is constituted as mentioned above, it can extract compared with the condition of not forming a filter, and a path can be enlarged, consequently degradation of the resolution by diffraction can be prevented.

[0032] [Gestalt of the 3rd operation] drawing 3 is the plot plan showing the configuration of the video camera in the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[0033] As shown in drawing 3, the video camera in the gestalt of this operation is constituted by the zoom lens 31, the image sensor 32, and the digital disposal circuit 33. Here, as a zoom lens 31, the zoom lens of the gestalt of the above 1st or the 2nd implementation is used, and, thereby, small and a high-definition video camera with a hand deflection amendment function are realized.

[0034]

[Example] Hereafter, a concrete example is given and this invention is further explained to a detail.

[0035] (Example 1) The example of a concrete numeric value of the aspheric surface zoom lens in the gestalt of implementation of the above 1st is shown in the following (Table 1).

[0036]

[Table 1]

[0037] For  $r$  (mm), setting above (Table 1), it is the radius of curvature of a lens and  $d$  (mm) is the thickness of a lens or air spacing of a lens, and  $nd$ . The refractive index and  $nud$  to  $d$  line of each lens The Abbe number to  $d$  line of each lens is shown (the same is said of the following examples 2 and 3).

[0038] Moreover, the aspheric surface configuration is defined below (several 1) (the same is said of the following examples 2 and 3).

[0039]

[Equation 1]

[0040] however, under the above (several 1) and H -- as for the height from an optical axis, and SAG, the radius of curvature of aspheric surface top-most vertices and K express a cone constant, and, as for D, E, F, and G, the distance from the aspheric surface top-most vertices of the point on the aspheric surface of H and R express [ the height from an optical axis ] the aspheric surface multiplier.

[0041] The aspheric surface configuration of the aspheric surface zoom lens in this example is shown in the following (Table 2).

[0042]

[Table 2]

[0043] Moreover, below (Table 3), the object point measures from a lens tip and shows strange good air spacing (mm) by zooming in the case of the location of infinite distance. The following (Table 3) standard position is a location as for which the 3rd lens group 14 and the 4th lens group 15 carry out a closest approach (the same is said of the following examples 2 and 3).

[0044]

[Table 3]

[0045] Moreover, the value corresponding to a monograph affair type is shown in the following (Table 4).

[0046].

[Table 4]

[0047] In the aspheric surface zoom lens in this example, when [ of the 2nd lens group ] the refractive index of the negative lens by the side of a body is most set to  $nd_4$ ,  $nd_4$  has the value shown above (Table 4). That is, since the above-mentioned conditional expression (1) is filled and the PETTSU bar sum can be made small, the aspheric surface zoom lens with which generating of a curvature of field which poses a problem in the case of a miniaturization was controlled is realized.

[0048] Moreover, it is  $fw$  about the focal distance of the whole system [ in / on the aspheric surface zoom lens in this example, and / for the focal distance of the 2nd lens group 12 /  $f_2$  and a wide angle edge ]. When it carries out, it is  $|f_2|/fw$ . It has the value shown above (Table 4). That is, the above-mentioned conditional expression (2) is filled, and in spite of being a wide angle, the zoom lens which can amend a curvature of field small and can be miniaturized is realized.

[0049] Moreover, it is  $ft$  about the focal distance of the whole system [ in / for the focal distance of the whole system / in / on the aspheric surface zoom lens in this example, and / for the overall length of a zoom lens /  $TL$  and a wide angle edge /  $fw$  and a tele edge ]. They are  $TL/fw$  and  $TL/ft$  when it carries out. It has the value shown above (Table 4). That is, the above-mentioned conditional expression (3) and (4) are filled, and coexistence of high-definition-izing and the miniaturization of a zoom ratio as an about 10 times as many zoom lens as this is achieved.



[0050] Moreover, it is that about the beam-of-light include angle of the chief ray of the maximum image quantity [ in / for the beam-of-light include angle of the chief ray of the maximum image quantity / in / on the aspheric surface zoom lens in this example, and / the image surface 17 in a wide angle edge / the image surface 17 in the wide angle and a tele edge ]. They are the wide angle and the tele edge when it carries out. It has the value shown above (Table 4). That is, since the above-mentioned conditional expression (5) and (6) are filled and the incidence of the beam of light can be carried out almost perpendicularly on CCD in all the fields of zooming, an image with little shading is acquired.

[0051] Moreover, in the aspheric surface zoom lens in this example, the filter which reduces circular permeability with a diameter of about 2mm to the field near the optical axis of the lens side (12th page) by the side of the body of the 1st positive lens (diameter: 6mm) of the 3rd lens group 14 is formed. Here, the permeability of a filter field is 12.5%. Since the quantity of light of the light which passes a part for the core of the lens near a diaphragm decreases when this photos a bright photographic subject, it can extract compared with the condition of not forming a filter, and a path can be enlarged, consequently degradation of the resolution by diffraction can be prevented.

[0052] The aberration performance chart in the wide angle edge ( drawing 4 ) of the aspheric surface zoom lens shown in drawing 4 - drawing 6 above (Table 1), a standard position ( drawing 5 ), and a tele edge ( drawing 6 ) is shown. In addition, in each drawing, (a) is drawing of spherical aberration (mm) to d line. (b) is drawing of astigmatism (mm), a continuous line shows a sagittal-image-surface curve, and the broken line shows the meridional curvature of field. (c) is drawing showing distortion aberration (%). (d) is drawing of axial overtone aberration (mm), and the continuous line shows the value [ as opposed to / as opposed to / in d line and a short broken line / an F line / C line in a long broken line ]. (e) is drawing of the chromatic aberration of magnification (mm), and the value [ as opposed to / as opposed to / in a short broken line / an F line / C line in a long broken line ] is shown (the same is said of the following examples 2 and 3).

[0053] It turns out that the aspheric surface zoom lens of this example shows the good aberration engine performance so that clearly from the aberration performance chart shown in drawing 4 - drawing 6 .

[0054] (Example-2) Other examples of a concrete numeric value of the aspheric surface zoom lens in the gestalt of implementation of the above 1st are shown in the following (Table 5).

[0055]

[Table 5]

[0056] The aspheric surface configuration of the aspheric surface zoom lens in this example is shown in the following (Table 6).

[0057]

[Table 6]

[0058] Moreover, below (Table 7), the object point measures from a lens tip and shows strange good air spacing (mm) by zooming in the case of the location of infinite distance.

[0059]

[Table 7]

[0060] Moreover, the value corresponding to a monograph affair type is shown in the following (Table 8).

[0061]

[Table 8]

[0062] As shown above (Table 8), in the aspheric surface zoom lens in this example, above-mentioned conditional-expression (1) - (6) is filled.

[0063] The aberration performance chart in the wide angle edge ( drawing 7 ) of the aspheric surface zoom lens shown in drawing 7 - drawing 9 above (Table 7), a standard position ( drawing 8 ), and a tele edge ( drawing 9 ) is shown. It turns out that the aspheric surface zoom lens of this example shows the good aberration engine performance so that clearly from the aberration performance chart shown in drawing 7 - drawing 9 .

[0064] (Example 3) The example of a concrete numeric value of further others of the aspheric surface zoom lens in the gestalt of implementation of the above 1st is shown in the following (Table 9).

[0065]

[Table 9]

[0066] The aspheric surface configuration of the aspheric surface zoom lens in this example is shown in the following (Table 10).

[0067]

[Table 10]

[0068] Moreover, below (Table 11), the object point measures from a lens tip and shows strange good air spacing (mm) by zooming in the case of the location of infinite distance.

[0069]

[Table 11]

[0070] Moreover, the value corresponding to a monograph affair type is shown in the following (Table 12).

[0071]

[Table 12]

[0072] As shown above (Table 12), in the aspheric surface zoom lens in this example, above-mentioned conditional-expression (1) - (6) is filled.

[0073] The aberration performance chart in the wide angle edge ( drawing 10 ) of the aspheric surface zoom lens shown in drawing 10 - drawing 12 above (Table 11), a standard position ( drawing 11 ), and a tele edge ( drawing 12 ) is shown. It turns out that the aspheric surface zoom lens of this example shows the good aberration engine performance so that clearly from the aberration performance chart shown in drawing 10 - drawing 12 .

[0074]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the zoom ratio which can attain a miniaturization can realize the aspheric surface zoom lens of 4 about 10 times as many group configurations as this, maintaining high definition. Moreover, according to this invention, a small and high-definition video camera is realizable.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-295055  
(P2003-295055A)

(43)公開日 平成15年10月15日(2003. 10. 15)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 15/16  
13/18

識別記号

F I

C 0 2 B 15/16  
13/18

データベース(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願2002-101747(P2002-101747)

(22)出願日

平成14年4月3日(2002. 4. 3)

(71)出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 石黒 敬三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 小野 周佑

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

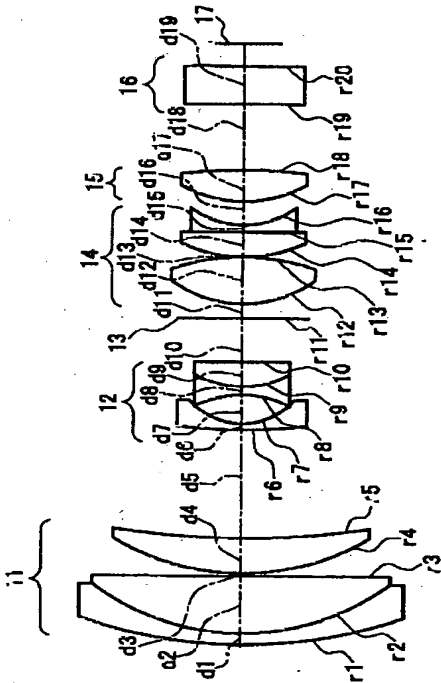
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非球面ズームレンズ及びそれを用いたビデオカメラ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 諸収差が良好に補正され、超小型化と高画質化とが両立した非球面ズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から像面17側に向かって順に配置された、正の屈折力を有し像面17に対して固定された第1レンズ群11、負の屈折力を有し光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群12、像面17に対して固定された絞り13、正の屈折力を有する第3レンズ群14、第2レンズ群12及び物体の移動に伴って変動する像面17を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する正の屈折力を有する第4レンズ群15によりズームレンズを構成する。第2～第4レンズ群12、14、15ともに少なくとも1面の非球面を与え、かつ、第2レンズ群12の最も物体側の第1の負レンズの屈折率を $n_{d4}$ としたとき、 $n_{d4} > 1.8$ の関係満足させる。



(2) 003-295055 (P2003-295055A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、像面に対して固定された絞りと、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有し、前記第2レンズ群及び物体の移動に伴って変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、

前記第2レンズ群は、物体側から順に配置された、第1の負レンズ、第2の負レンズと正レンズとの接合レンズの3枚のレンズからなり、

前記第3レンズ群は、物体側から順に配置された、第1の正レンズ、第2の正レンズと負レンズとの接合レンズの3枚のレンズからなり、

前記第4レンズ群は、正レンズからなり、

前記第2、第3及び第4レンズ群は、共に少なくとも1つの非球面を含み、

前記第2レンズ群の前記第1の負レンズの屈折率を  $n_{d4}$  としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とする非球面ズームレンズ。

$$n_{d4} > 1.8 \quad \dots (1)$$

【請求項2】 前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  としたとき、下記条件式(2)を満足する請求項1に記載の非球面ズームレンズ。

$$0.8 < |f_2| / f_w < 0.9 \quad \dots (2)$$

【請求項3】 ズームレンズの全長を  $TL$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$  としたとき、下記条件式(3)、(4)を満足する請求項1又は2に記載の非球面ズームレンズ。

$$10.0 < TL / f_w < 11.0 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < TL / f_t < 1.2 \quad \dots (4)$$

【請求項4】 広角端での前記像面における最大像高の主光線の光線角度を  $\theta_w$ 、望遠端での前記像面における最大像高の主光線の光線角度を  $\theta_t$  としたとき、下記条件式(5)、(6)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.0 < \theta_w < 3.0 \quad \dots (5)$$

$$0.0 < \theta_t < 3.0 \quad \dots (6)$$

【請求項5】 前記第3レンズ群の第1の正レンズの物体側のレンズ面の中央部に透過率を低下させるフィルタが形成された請求項1に記載の非球面ズームレンズ。

【請求項6】 ズームレンズを備えたビデオカメラであって、前記ズームレンズとして請求項1～14のいずれかに記載の非球面ズームレンズを用いることを特徴とするビデオカメラ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオカメラなどに用いられる高画質の非球面ズームレンズ及びそれを用いたビデオカメラに関する。

【0002】

【従来の技術】最近の民生用ビデオカメラにおいては、DVフォーマットの普及やCCDの高密度化に伴って、小型化と高画質化を両立させることが必須となっている。従って、それに搭載されるズームレンズとしても、高画質化を実現しながら、光学全長の短いものが強く求められている。

【0003】また、CCDの画素ピッチの微細化に伴って、回折限界による画質劣化を防止するために、開口を絞らずに透過率を変化させるND(neutral density)フィルタなどを組み込むことが必要となってきた。例えば、特開平11-311742号公報には、高画質で、ズーム比が約10倍の小型のズームレンズが開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平11-311742号公報に開示されたズームレンズは、10枚という少ないレンズ構成で小型化と高画質化を実現しているが、さらなる小型化を図ることが強く求められている。また、同公報に開示されたズームレンズにおいては、回折限界による画質劣化を防止するための、絞り機構と独立したNDフィルタなどで透過率を制御する機構を組み込むことができないという問題点もあった。

【0005】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、4群構成のズームレンズであって、高画質を維持しながら小型化を図ることのできる、ズーム比が約10倍の非球面ズームレンズを提供することを目的とする。さらに、本発明は、小型でかつ高画質のビデオカメラを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る非球面ズームレンズの構成は、物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、像面に対して固定された絞りと、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有し、前記第2レンズ群及び物体の移動に伴って変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、前記第2レンズ群は、物体側から順に配置された、第1の負レンズ、第2の負レンズと正レンズとの接合レンズの3枚のレンズからなり、前記第3レンズ群は、物体側から順に配置された、第1の正レンズ、第2の正レンズと負レンズとの接合レンズの3枚のレンズからなり、前記第4レンズ群は、正レンズからなり、前記第2、第3及び第

(3) 003-295055 (P2003-295055A)

4レンズ群は、共に少なくとも1つの非球面を含み、前記第2レンズ群の前記第1の負レンズの屈折率を $n_{d4}$ としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とする。

【0007】

$$n_{d4} > 1.8 \quad \dots (1)$$

この非球面ズームレンズの構成によれば、ベッツバール和を小さくすることができるため、小型化の際に問題となる像面湾曲の発生を抑制することができる。その結果、大きな性能劣化をもたらすことなく、光学全長を短くすることができる。また、第2～第4レンズ群の各群に少なくとも1つの非球面を配置し、最適な非球面形状とレンズタイプを採用することにより、少ないレンズ構成で、色収差を含む諸収差が良好に補正されたズームレンズを実現することができる。さらに、第2～第4レンズ群を構成するレンズはいずれもレンズ径が小さいため、これらのレンズ群に含まれる非球面レンズを容易に製造することができる。

【0008】また、前記本発明の非球面ズームレンズの構成においては、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ としたとき、下記条件式(2)を満足するのが好ましい。

【0009】

$$0.8 < |f_2| / f_w < 0.9 \quad \dots (2)$$

この好ましい例によれば、広角端であるにもかかわらず像面湾曲を小さく補正することができ、かつ、小型化が可能なズームレンズを実現することができる。

【0010】また、前記本発明の非球面ズームレンズの構成においては、ズームレンズの全長を $TL$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、望遠端における全系の焦点距離を $f_t$ としたとき、下記条件式(3)、(4)を満足するのが好ましい。

【0011】

$$10.0 < TL / f_w < 11.0 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < TL / f_t < 1.2 \quad \dots (4)$$

この好ましい例によれば、高画質化と小型化を両立させることができる。

【0012】また、前記本発明の非球面ズームレンズの構成においては、広角端での前記像面における最大像高の主光線の光線角度を $\theta_w$ 、望遠端での前記像面における最大像高の主光線の光線角度を $\theta_t$ としたとき、下記条件式(5)、(6)を満足するのが好ましい。

【0013】

$$0.0 < \theta_w < 3.0 \quad \dots (5)$$

$$0.0 < \theta_t < 3.0 \quad \dots (6)$$

この好ましい例によれば、広角端と望遠端の中間のズーム位置で像面における最大像高の主光線の光線角度がマイナスとなるため、CCDへの光線の入射角度を、平均して最も90度に近くすることができ、その結果、CCDによるシェーディングの少ない高画質のズームレンズ

を実現することができる。

【0014】また、前記本発明の非球面ズームレンズの構成においては、前記第3レンズ群の第1の正レンズの物体側のレンズ面の中央部に透過率を低下させるフィルタが形成されているのが好ましい。この好ましい例によれば、明るい被写体を撮影するときに、絞りに近いレンズの中心部分を通過する光の光量が減少するため、フィルタを形成しない状態に比べて絞り径を大きくすることができ、その結果、回折による解像度の劣化を防止することができる。

【0015】また、本発明に係るビデオカメラの構成は、ズームレンズを備えたビデオカメラであって、前記ズームレンズとして前記本発明の非球面ズームレンズを用いることを特徴とする。このビデオカメラの構成によれば、小型かつ高画質の手振れ補正機能付きビデオカメラを実現することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて、本発明をさらに具体的に説明する。

【0017】〔第1の実施の形態〕図1は本発明の第1の実施の形態における非球面ズームレンズの構成を示す配置図である。

【0018】図1に示すように、物体側(図1では左側)から像面17側(図1では右側)に向かって第1レンズ群11、第2レンズ群12、絞り13、第3レンズ群14、第4レンズ群15、光学ローパスフィルタとCCDのフェースプレートに等価な平板16が順に配置されており、これによりズームレンズが構成されている。

【0019】第1レンズ群11は、正の屈折力を有し、変倍時、フォーカス時においても、像面17に対して固定された状態にある。第2レンズ群12は、物体側から順に配置された第1の負レンズ、及び第2の負レンズと正レンズとの接合レンズの3枚のレンズからなり、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う。第3レンズ群14は、物体側から順に配置された第1の正レンズ、及び第2の正レンズと負レンズとの接合レンズの3枚のレンズからなり、変倍時及びフォーカス時においては、像面17に対して固定された状態にある。絞り13は、第2レンズ群12と第3レンズ群14との間に配置されている。第4レンズ群15は、1枚の正レンズからなり、第2レンズ群12及び物体の移動に伴って変動する像面17を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動することにより、変倍による像の移動とフォーカス調整とを同時に行う。

【0020】第2、第3及び第4レンズ群12、14及び15は、共に少なくとも1つの非球面を含んでいる。

【0021】本非球面ズームレンズは、第2レンズ群12の低分散の第1の負レンズの屈折率を $n_{d4}$ としたとき、下記条件式(1)を満足している。

$$n_{d4} > 1.8 \quad \dots (1)$$

(4) 003-295055 (P2003-295055A)

$n_{d4}$ が1.8以下になると、ベッツバール和が大きくなって、大きな像面湾曲が発生するために、第2レンズ群12のパワーが全体的に弱まる。その結果、ズームレンズの全長を長くしなければ性能を確保することができないため、小型化を図ることができない。

【0023】本非球面ズームレンズは、第2レンズ群12の焦点距離を $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ としたとき、下記条件式(2)を満足するのが望ましい。

【0024】

$$0.8 < |f_2| / f_w < 0.9 \quad \dots (2)$$

上記条件式(2)は、第2レンズ群12のパワーに関する式である。 $|f_2| / f_w$ が0.8以下になると、像面湾曲を補正することが困難となる。また、 $|f_2| / f_w$ が0.9以上になると、ズーミング時における第2レンズ群12の移動量が大きくなるために、全長が長くなり、小型のズームレンズを実現することが困難となる。

【0025】また、本非球面ズームレンズは、ズームレンズの全長をTL、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、望遠端における全系の焦点距離を $f_t$ としたとき、下記条件式(3)、(4)を満足するのが望ましい。

【0026】

$$10.0 < TL / f_w < 11.0 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < TL / f_t < 1.2 \quad \dots (4)$$

上記条件式(3)、(4)は、小型化と高画質化を両立させることができる範囲を規定するための条件式である。条件式(3)、(4)の上限を超えると、焦点距離やズーム比に対して光学全長が長くなり、下限を下回ると、大きな収差が発生して画質を確保することが困難となる。

【0027】また、本非球面ズームレンズは、広角端での像面17における最大像高の主光線の光線角度を $\theta_w$ 、望遠端での像面17における最大像高の主光線の光線角度を $\theta_t$ としたとき、下記条件式(5)、(6)を満足するのが望ましい。

$$0.0 < \theta_w < 3.0 \quad \dots (5)$$

$$0.0 < \theta_t < 3.0 \quad \dots (6)$$

上記条件式(5)、(6)は、像面(CCD)17への入射角度を規定するための条件式である。上記条件式(5)、(6)の上限を超えると、広角端、望遠端でのCCDへの入射角度が大きくなり、シェーディングが許容できなくなる。また、上記条件式(5)、(6)の下限を下回ると、広角端と望遠端の中間のズーム位置でCCDに入射する光線角度がマイナスに大きくなるため、シェーディングが許容できなくなる。

【0029】[第2の実施の形態]図2は本発明の第2の実施の形態における非球面ズームレンズの第3レンズ群の第1の正レンズ28を示す平面図である。このレンズは、上記第1の実施の形態で示した第3レンズ群14

の最も物体側のレンズに相当しており(図1参照)、図2においては、物体側から見た形状が示されている。

【0030】図2に示すように、第1の正レンズ28の物体側のレンズ面(領域B)には、その中央部(領域A)に透過率を低下させるフィルタが形成されている。このフィルタは、レンズ面に光学薄膜を蒸着やスパッタによって形成することにより構成してもよいが、ND(neutral density)フィルタを貼り付けて構成してもよい。また、領域Aの透過率は12.5%~25%程度が望ましいが、それより低くてもよい。

【0031】第3レンズ群の第1の正レンズ28を以上のように構成すれば、明るい被写体を撮影するときに、絞りに近いレンズの中心部分を通過する光の光量が減少するため、フィルタを形成しない状態に比べて絞り径を大きくすることができ、その結果、回折による解像度の劣化を防止することができる。

【0032】[第3の実施の形態]図3は本発明の第3の実施の形態におけるビデオカメラの構成を示す配置図である。

【0033】図3に示すように、本実施の形態におけるビデオカメラは、ズームレンズ31と、撮像素子32と、信号処理回路33とにより構成されている。ここで、ズームレンズ31としては、上記第1又は第2の実施の形態のズームレンズが用いられており、これにより小型かつ高画質の手振れ補正機能付きビデオカメラが実現されている。

【0034】

【実施例】以下、具体的実施例を挙げて、本発明をさらに詳細に説明する。

【0035】(実施例1)下記(表1)に、上記第1の実施の形態における非球面ズームレンズの具体的数値例を示す。

【0036】

【表1】

面	r	d	nd	vd
1	22.855	.600	1.84666	23.9
2	10.636	3.300		
3	345.109	.120	1.69680	55.6
4	10.877	2.050	1.77250	49.6
5	33.360	可変		
6	33.360	.400	1.83300	40.9
7	3.160	1.600		
8	-5.100	.500	1.66547	55.4
9	3.776	1.420	1.84666	23.9
10	264.106	可変		
11	-	.800		
12	4.599	2.550	1.60602	57.8
13	-8.374	.100		
14	7.191	1.320	1.51633	64.1
15	-771.141	.400	1.84666	23.9
16	3.818	可変		
17	5.511	1.750	1.51450	63.5
18	-24.968	可変		
19	$\infty$	2.250	1.51633	64.1
20	$\infty$	-		

【0037】上記(表1)において、r(mm)はレン

(5) 003-295055 (P2003-295055A)

ズの曲率半径、 $d$  (mm) はレンズの肉厚又はレンズの空気間隔、 $n_d$  は各レンズの  $d$  線に対する屈折率、 $\nu_d$  は各レンズの  $d$  線に対するアッベ数を示している (以下の実施例 2、3 についても同様である)。

【0038】また、非球面形状は、下記 (数 1) で定義している (以下の実施例 2、3 についても同様である)。

【0039】

【数 1】

$$SAG = \frac{H^2/K}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + D \cdot H^4 + E \cdot H^6 + F \cdot H^8 + G \cdot H^{10}$$

	K	D	E	F	G
8	2.67581E+00	2.63615E-03	-4.87896E-05	3.95948E-05	0.0000E+00
12	-2.24476E+00	1.11197E-03	-3.00613E-05	0.0000E+00	0.0000E+00
13	-3.94342E+00	3.27071E-04	-1.56127E-05	0.0000E+00	0.0000E+00
17	-9.71768E-01	4.68746E-04	-8.87706E-05	4.10801E-06	0.0000E+00

【0043】また、下記 (表 3) に、物点がレンズ先端から測って無限遠の位置の場合の、ズームングによって可変な空気間隔 (mm) を示す。下記 (表 3) における標準位置は、第 3 レンズ群 14 と第 4 レンズ群 15 とが最接近する位置である (以下の実施例 2、3 についても同様である)。

【0044】

【表 3】

	d5	d10	d16	d18
広角	5000	8.3594	4.1554	1.0000
標準	6.1958	2.6636	1.4205	3.7349
望遠	8.0417	.8177	4.1554	1.0000

【0045】また、下記 (表 4) に、各条件式に対応した値を示している。

【0046】

【表 4】

$n_{d4} = 1.833$   
 $1/f_2 / f_w = 0.845$   
 $1/L / f_w = 10.7$   
 $1/L / f_t = 1.13$   
 $\theta_w = 2.34$   
 $\theta_t = 1.99$

【0047】本実施例における非球面ズームレンズにおいては、第 2 レンズ群の最も物体側の負レンズの屈折率を  $n_{d4}$  としたとき、 $n_{d4}$  が上記 (表 4) に示す値を有している。すなわち、上記条件式 (1) が満たされ、ベッツバル和を小さくすることができるために、小型化の際に問題となる像面湾曲の発生が抑制された非球面ズームレンズが実現されている。

【0048】また、本実施例における非球面ズームレンズにおいては、第 2 レンズ群 12 の焦点距離を  $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  としたとき、 $1/f_2 / f_w$  が上記 (表 4) に示す値を有している。すなわち、上記条件式 (2) が満たされ、広角であるにもか

【0040】但し、上記 (数 1) 中、 $H$  は光軸からの高さ、 $SAG$  は光軸からの高さが  $H$  の非球面上の点の非球面頂点からの距離、 $R$  は非球面頂点の曲率半径、 $K$  は円錐常数、 $D$ 、 $E$ 、 $F$ 、 $G$  は非球面係数を表している。

【0041】下記 (表 2) に、本実施例における非球面ズームレンズの非球面形状を示す。

【0042】

【表 2】

わらず像面湾曲を小さく補正することができ、かつ、小型化が可能なズームレンズが実現されている。

【0049】また、本実施例における非球面ズームレンズにおいては、ズームレンズの全長を  $TL$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$  としたとき、 $TL/f_w$ 、 $TL/f_t$  が上記 (表 4) に示す値を有している。すなわち、上記条件式 (3)、(4) が満たされ、ズーム比が約 10 倍のズームレンズとして高画質化と小型化の両立が図られている。

【0050】また、本実施例における非球面ズームレンズにおいては、広角端での像面 17 における最大像高の主光線の光線角度を  $\theta_w$ 、望遠端での像面 17 における最大像高の主光線の光線角度を  $\theta_t$  としたとき、 $\theta_w$ 、 $\theta_t$  が上記 (表 4) に示す値を有している。すなわち、上記条件式 (5)、(6) が満たされ、ズームングの全領域で CCD 上にほぼ垂直に光線が入射できるために、シェーディングの少ない映像が得られる。

【0051】また、本実施例における非球面ズームレンズにおいては、第 3 レンズ群 14 の第 1 の正レンズ (直径: 6 mm) の物体側のレンズ面 (12 面) の光軸付近の領域に、直径約 2 mm の円形の透過率を低下させるフィルタが形成されている。ここで、フィルタ領域の透過率は 12.5% である。これにより、明るい被写体を撮影するときに、絞りに近いレンズの中心部分を通して光の光量が減少するため、フィルタを形成しない状態に比べて絞り径を大きくすることができ、その結果、回折による解像度の劣化を防止することができる。

【0052】図 4～図 6 に、上記 (表 1) に示した非球面ズームレンズの広角端 (図 4)、標準位置 (図 5)、望遠端 (図 6) における収差性能図を示す。尚、各図において、(a) は  $d$  線に対する球面収差 (mm) の図である。(b) は非点収差 (mm) の図であり、実線はサ

(6) 003-295055 (P2003-295055A)

デジタル像面湾曲、破線はメリディオナル像面湾曲を示している。(c)は歪曲収差(%)を示す図である。

(d)は軸上色収差(mm)の図であり、実線はd線、短い破線はF線、長い破線はC線に対する値を示している。(e)は倍率色収差(mm)の図であり、短い破線はF線、長い破線はC線に対する値を示している(以下の実施例2、3についても同様である)。

【0053】図4～図6に示す収差性能図から明らかなように、本実施例の非球面ズームレンズは良好な収差性能を示すことが分かる。

【0054】(実施例2)下記(表5)に、上記第1の実施の形態における非球面ズームレンズの他の具体的数値例を示す。

【0055】

【表5】

面	r	d	nd	vd
1	21.561	.600	1.84666	23.9
2	10.283	3.300		
3	148.424	.120	1.72916	54.7
4	11.039	2.050	1.71250	49.6
5	31.471	可変		
6	31.471	.400	1.83300	40.9
7	3.092	1.602		
8	-5.045	.500	1.60547	55.4
9	3.747	1.450	1.84666	23.9
10	287.859	可変		
11	-	.800		
12	4.662	2.550	1.60602	57.8
13	-8.388	.100		
14	7.072	1.320	1.51823	59.0
15	-109.130	.400	1.84666	23.9
16	3.866	可変		
17	5.631	1.750	1.51450	63.5
18	-22.890	可変		
19	∞	2.250	1.51633	64.1
20	∞	-		

	K	D	E	F	G
8	2.96080E+00	3.05085E-03	-2.85102E-05	6.08829E-05	0.0000E+00
12	-2.35008E+00	1.17817E-03	-3.38111E-05	0.00000E+00	0.0000E+00
13	-1.66075E+00	1.59856E-04	-2.44204E-05	0.00000E+00	0.0000E+00
17	-9.76809E-01	4.11227E-04	-8.59814E-05	4.17992E-06	0.0000E+00

【0058】また、下記(表7)に、物点がレンズ先端から測って無限遠の位置の場合の、ズームングによって可変な空気間隔(mm)を示す。

【0059】

【表7】

	d5	d10	d15	d18
広角	5.000	8.3584	4.2145	1.0000
標準	6.2146	2.6448	1.2569	3.9576
望遠	8.0424	.8170	4.2145	1.0000

nd4=1.833  
lf21/fw=0.831  
fl/fw=10.8  
fl/ft=1.10  
θw=2.39  
θt=2.11

【0060】また、下記(表8)に、各条件式に対応した値を示している。

【0061】

【表8】

【0062】上記(表8)に示すように、本実施例における非球面ズームレンズにおいては、上記条件式(1)～(6)が満たされている。

【0063】図7～図9に、上記(表7)に示した非球面ズームレンズの広角端(図7)、標準位置(図8)、望遠端(図9)における収差性能図を示す。図7～図9に示す収差性能図から明らかなように、本実施例の非球面ズームレンズは良好な収差性能を示すことが分かる。

【0064】(実施例3)下記(表9)に、上記第1の実施の形態における非球面ズームレンズのさらに他の具



(7) 003-295055 (P2003-295055A)

体的数値例を示す。

【0065】

【表9】

面	r	d	nd	$\nu d$
1	22.750	.600	1.84666	23.9
2	10.527	3.200		
3	334.488	.120	1.69680	55.6
4	10.582	2.050	1.77250	49.6
5	30.912	可変		
6	30.912	.400	1.83300	40.9
7	3.012	1.602		
8	-5.416	.500	1.60547	55.4
9	3.590	1.450	1.84666	23.9
10	115.156	可変		
11	-	.800		
12	4.179	2.550	1.51450	63.5
13	-5.853	.100		
14	10.199	1.350	1.48749	70.4
15	$\infty$	.400	1.84666	23.9
16	4.526	可変		
17	6.763	1.800	1.51450	63.5
18	-19.430	可変		
19	$\infty$	2.250	1.51633	64.1
20	$\infty$	-		

	K	D	E	F	G
8	4.24698E+00	3.79275E-03	-7.56041E-05	1.04956E-04	0.0000E+00
12	-2.31007E+00	1.40728E-03	-3.72551E-05	0.00000E+00	0.0000E+00
13	-2.84402E+00	6.32602E-04	-2.33794E-05	0.00000E+00	0.0000E+00
17	-7.95648E-01	5.44475E-04	-1.33632E-04	2.81050E-06	0.0000E+00

【0068】また、下記(表11)に、物点がレンズ先端から測って無限遠の位置の場合の、ズームングによって可変な空気間隔(mm)を示す。

【0069】

【表11】

	d5	d10	d16	d18
広角	.5000	8.3594	4.0554	1.0000
標準	6.2146	2.6448	1.0609	3.9945
望遠	8.0424	.8170	4.0554	1.0000

【0070】また、下記(表12)に、各条件式に対応した値を示している。

【0071】

【表12】

$nd4=1.833$   
 $lf2l/fw=0.831$   
 $rl/fw=10.8$   
 $rl/ft=1.10$   
 $\theta w=1.44$   
 $\theta t=1.28$

【0072】上記(表12)に示すように、本実施例における非球面ズームレンズにおいては、上記条件式(1)～(6)が満たされている。

【0073】図10～図12に、上記(表11)に示した非球面ズームレンズの広角端(図10)、標準位置(図11)、望遠端(図12)における収差性能図を示す。図10～図12に示す収差性能図から明らかなように、本実施例の非球面ズームレンズは良好な収差性能を示すことが分かる。

【0074】

【0066】下記(表10)に、本実施例における非球面ズームレンズの非球面形状を示す。

【0067】

【表10】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高画質を維持しながら小型化を図ることのできる、ズーム比が約10倍の4群構成の非球面ズームレンズを実現することができる。また、本発明によれば、小型でかつ高画質のビデオカメラを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における非球面ズームレンズの構成を示す配置図

【図2】本発明の第2の実施の形態における非球面ズームレンズの第3レンズ群の第1の正レンズを示す平面図

【図3】本発明の第3の実施の形態におけるビデオカメラの構成を示す配置図である。

【図4】本発明の実施例1の広角端における収差性能図

【図5】本発明の実施例1の標準位置における収差性能図

【図6】本発明の実施例1の望遠端における収差性能図

【図7】本発明の実施例2の広角端における収差性能図

【図8】本発明の実施例2の標準位置における収差性能図

【図9】本発明の実施例2の望遠端における収差性能図

【図10】本発明の実施例3の広角端における収差性能図

【図11】本発明の実施例3の標準位置における収差性能図

【図12】本発明の実施例3の望遠端における収差性能図

【符号の説明】

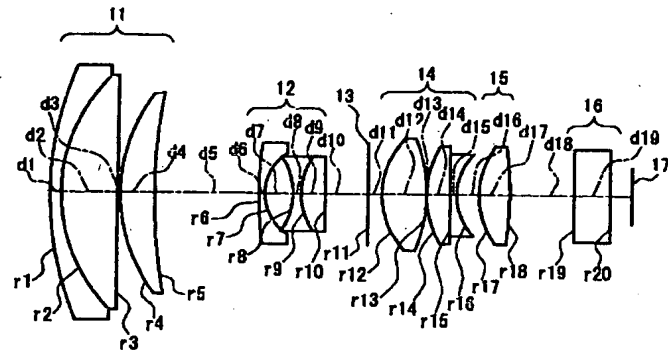
11 第1レンズ群

!(8) 003-295055 (P2003-295055A)

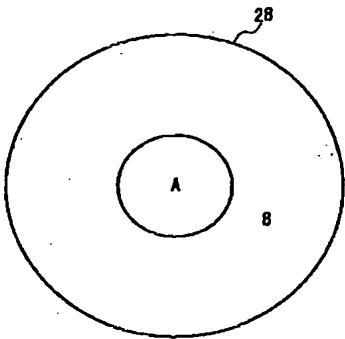
- 12 第2レンズ群
- 13 絞り
- 14 第3レンズ群
- 15 第4レンズ群
- 16 光学ローパスフィルタとCCDのフェースプレートに等価な平板

- 17 像面
- 28 第3レンズ群の第1の正レンズ
- 31 ズームレンズ
- 32 撮像素子
- 33 信号処理回路

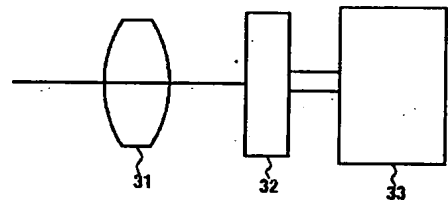
【図1】



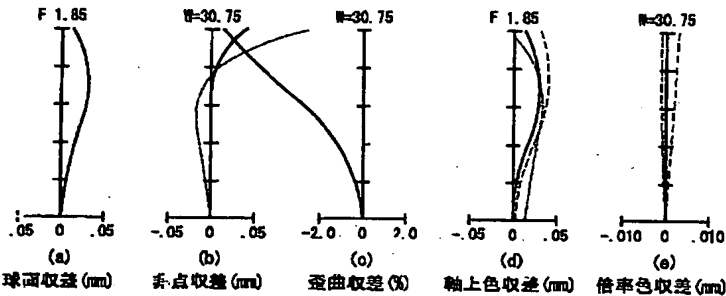
【図2】



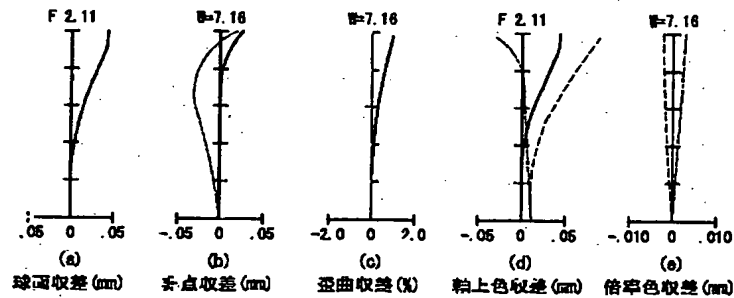
【図3】



【図4】

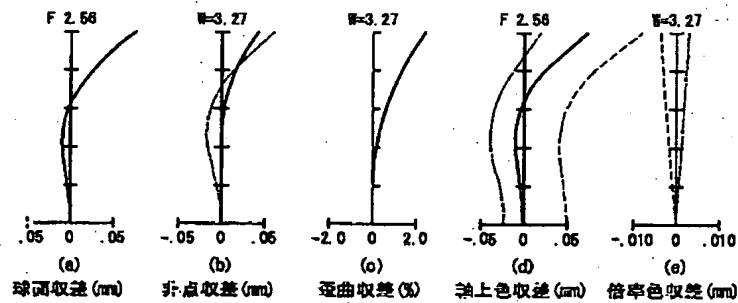


【図5】

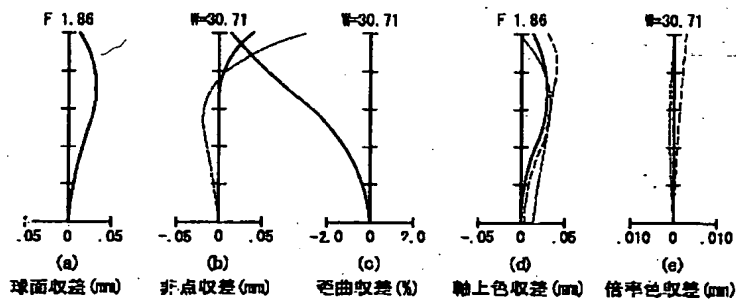


(9) 003-295055 (P2003-295055A)

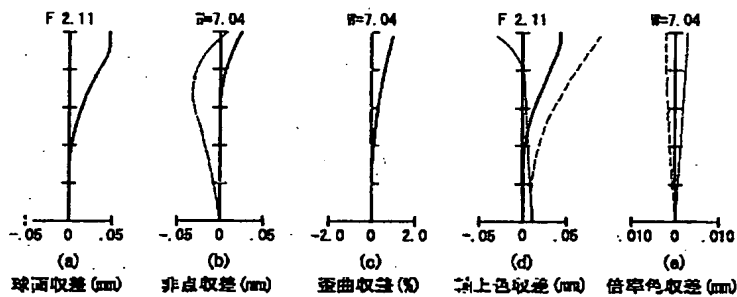
【图6】



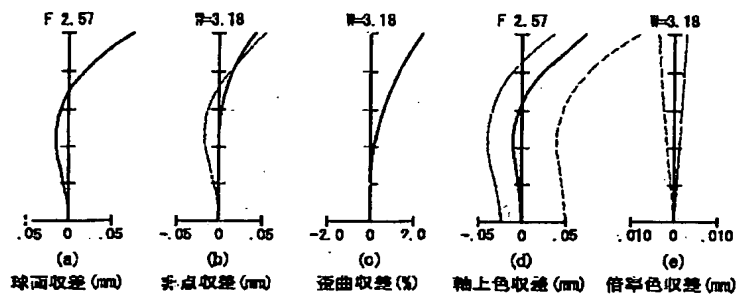
【图7】



【图8】

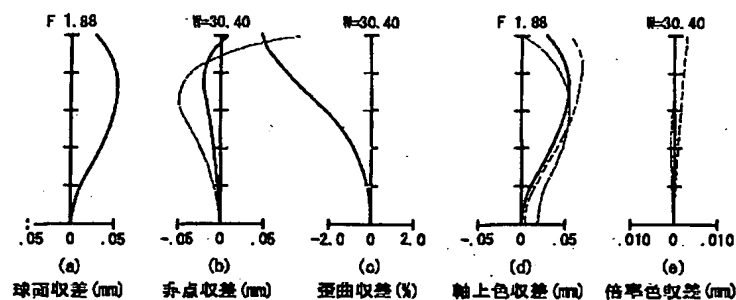


【图9】

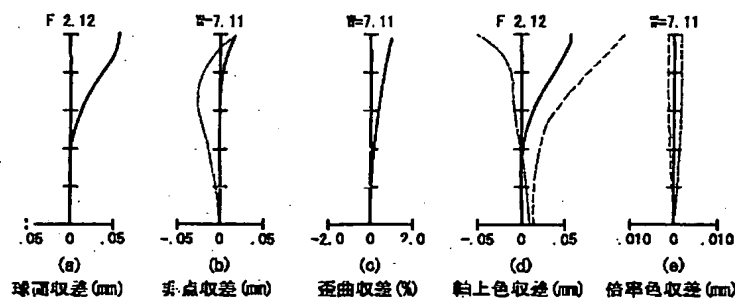


(10) 103-295055 (P2003-295055A)

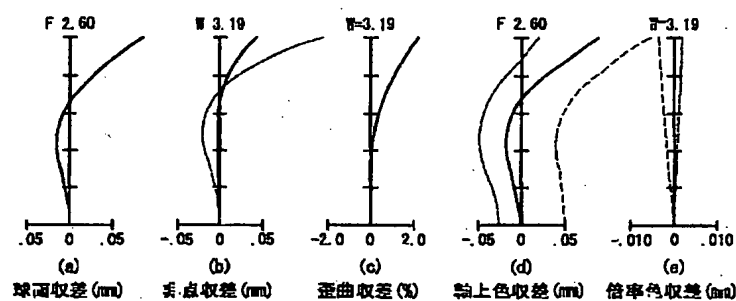
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 MA15 NA02 PA07 PA20  
 PB10 QA02 QA07 QA17 QA21  
 QA25 QA34 QA42 QA45 RA05  
 RA12 RA13 RA32 RA42 RA43  
 SA23 SA27 SA29 SA32 SA63  
 SA65 SA72 SA74 SB04 SB14  
 SB24 SB32